

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-41803

⑬ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)2月14日

G 01 B 7/18

A 61 B 5/10

3 1 0

A-8505-2F

G-7916-4C

J-7916-4C

S-8104-2F

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置

⑯ 特 願 昭62-198202

⑰ 出 願 昭62(1987)8月10日

⑱ 発 明 者 森 本 正 治 愛知県名古屋市港区港明1丁目10-5 労災リハ工学センター宿舎西3

⑲ 発 明 者 土 屋 和 夫 愛知県名古屋市千種区青柳町6-4

⑳ 出 願 人 土 屋 和 夫 愛知県名古屋市千種区青柳町6-4

㉑ 出 願 人 森 本 正 治 愛知県名古屋市港区港明1丁目10-5 労災リハ工学センター宿舎西3

㉒ 代 理 人 弁理士 守田 経近

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置

## 2. 特許請求の範囲

剛性のある両基端部の取り付け部、これらの各基端部間にあつて可撓性の高い薄肉梁状の計測部を形成した素子基板を設け、この素子基板の計測部の少なくとも一方の表面に、絶縁膜を介して長手方向に電気抵抗特性が均一で、伸縮歪みに対して電気抵抗値が変化する電気抵抗片を貼着させて検出素子とし、この検出素子の電気抵抗片と基準抵抗片、または各電気抵抗片によりブリッジ回路を構成したことを特徴とする電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置に関し、さらに詳しくは、人体における四肢の運動機能障害度を確認するため、ならびに

同上障害の回復治療に際して回復経過を把握するために必要とされる関節部などの角度・変位量の計測のように、比較的大きな角度・変位量を計測し得る電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置に係るものである。

(従来技術、および発明が解決しようとする問題点)

従来、工学的物体の角度・変位量を計測するためには、一般によく知られているように歪み計が適用される。

ここで、この歪み計は、通常の場合、伸縮性を有する合成樹脂材料などで成形された基板部材を設けると共に、同基板部材の表面に対して、伸張力あるいは圧縮力を加えることで電気抵抗値が変化する電気抵抗素子を固着させた構成からなっており、任意物体の被計測部にこの歪み計の基板部材を貼着させておき、同被計測部での歪み変形に伴う角度・変位量を、これに対応して伸縮する電気抵抗素子での電気抵抗の変化として計測するものである。

しかしながら、この種の歪み計においては、その電気抵抗素子として、比較的剛性の高い金属材料とか半導体材料などを用いているために、計測可能な角度・変位量がおおよそ $10^{-4}$ 程度のオーダーであり、例えば、人体における四肢の運動機能障害回復のための治療、いわゆるリハビリテーションに必要とされる関節部などの角度・変位量の計測のように、比較的大きな、 $10^{-1}$ 以上にも達する角度・変位量を計測するのには、必ずしも適当でなかった。

そこで、このような人体四肢の関節部などの比較的大きな角度・変位量を計測するための手段として、リハビリテーション治療には、従来から関節部での屈曲などの運動機能を三次元的な角度・変位量として計測するようにした、平行リンク機構をもつ回転型ポテンショメータなどを用いる三次元関節角度計が提案、実施されている。

すなわち、この三次元関節角度計は、三次元角度・変位量を正確に得るために、被計測角度を取り出す平行リンク機構などの補助機構を配し、関

節部での屈曲角度を三次元直角座標系の各軸線回りの角度・変位に分解して、その変位量を電氣的に計測するものであるが、しかし一方で、この角度計は、その装置構成が複雑で価格的にも高価であり、被計測部への装着も面倒であるほか、構成自体が立体的で大型化し易く、装着状態での側部外方への突出部分が大きくなることから、関節部での自由な運動を妨げることになつて、長期間に亘る日常生活動作中での計測が極めて困難で、しかも、計測角度範囲が限定されるなどの不都合がある。

従つて、この発明の目的とするところは、従来例装置におけるこのような問題点に鑑み、可及的に広い動作範囲での角度・変位量を容易かつ迅速に計測でき、簡単かつ小型コンパクトな構成であり、被計測部への装着、ならびに装着状態での突出部分が小さくて、被計測部での自由な運動を妨げる惧れがなく、価格的にも安価な、この種の電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置を提供することである。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

前記目的を達成させるために、この発明に係る電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置は、剛性のある両基端部の取り付け部、これらの各基端部間にあつて可撓性の高い薄肉梁状の計測部を形成した素子基板を設け、この素子基板の計測部の少なくとも一方の表面に、絶縁膜を介して長手方向に電気抵抗特性が均一で、伸縮歪みに対して電気抵抗値が変化する電気抵抗片を貼着させて検出素子とし、この検出素子の電気抵抗片と基準抵抗片、または各電気抵抗片によりブリッジ回路を構成したものである。

#### 〔実施例〕

以下、この発明に係る電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置の実施例につき、添付図面を参照して詳細に説明する。

この第1図(a),(b)は、この発明の第1実施例を適用した角度・変位量の検出素子の概要構成を示す斜視図および横断面図、第2図は、同上検出素子の計測回路への組み込み態様を示す結線図で

あり、また、第3図および第4図は、この発明の第2および第3実施例を適用した同上検出素子の概要構成をそれぞれに示す横断面図である。

第1図(a),(b)に示す第1実施例においては、両基端部に被計測部への装着の容易な形状の各取り付け部12,12を有し、これらの各取り付け部12,12間に可撓性の高い薄肉梁状で所定長さの計測部13を形成した、例えば、金属薄板などからなる素子基板11を設け、この素子基板11の計測部13の両表面に、それぞれに絶縁膜14,14を介して、金属材料、半導体素子などからなる線状、箔状をした電気抵抗片、こゝでは、長手方向に対して電気抵抗特性が均一で、かつ伸縮歪みに対して電気抵抗値が変化する相互に同一の所定長さをもつ電気抵抗片15,16,17,18を2個づゝ貼着させ、このようにして所期の角度・変位量の検出素子10を構成させる。

そして、前記のように構成される第1実施例での検出素子10は、第2図に示すように、一方の表面側の各電気抵抗片15および16と、他方の表面側

の各電気抵抗片17および18とがそれぞれに対向するように結線させて、ホイートストン・ブリッジ回路19を構成させたものである。

また、第3図に示す第2実施例の場合には、素子基板11の計測部13の両表面に、それぞれに絶縁膜14,14を介し、1個づつの電気抵抗片21,22を貼着させて同様に角度・変位量の検出素子20を構成させたものであり、さらに、第4図に示す第3実施例の場合には、素子基板11の計測部13の一方の表面に、絶縁膜14を介して、1個の電気抵抗片31を貼着させて同様に角度・変位量の検出素子30を構成させたものである。そして、これらの検出素子20および30では、図示省略したが、別に設ける基準抵抗片と共に、前記第1実施例の場合と同様にホイートストン・ブリッジ回路19を構成させて用いる。

こゝで、前記第1ないし第3実施例の各検出素子10,20および30の構成は、素子基板11に対して両基端部の各取付け部12,12がそれぞれ平行に形成されていることから、共に被計測部13での屈曲

今、計測部の中心線に沿い、一方の基端部Aからの長さsの部分で微小長さの線素dsを考え、この線素dsが、曲率半径r(s)の円弧状であると仮定すると、計測部での上下面の歪み変位 $\epsilon_1, \epsilon_2$ については、

$$\epsilon_1 = \frac{ds_1 - ds}{ds} = \frac{b+c}{2r(s)} \quad \dots\dots (1-1)$$

$$\epsilon_2 = \frac{ds_2 - ds}{ds} = -\frac{b+c}{2r(s)} \quad \dots\dots (1-2)$$

のように表すことができ、また、このときの計測部全体での電気抵抗片の伸縮量 $\Delta l_1, \Delta l_2$ については、

$$\Delta l_1 = \int_0^L \epsilon_1 ds = \int_0^L \frac{b+c}{2r(s)} r(s) d\phi = \frac{b+c}{2} \theta \quad \dots\dots (2-1)$$

$$\Delta l_2 = \int_0^L \epsilon_2 ds = \int_0^L -\frac{b+c}{2r(s)} r(s) d\phi = -\frac{b+c}{2} \theta \quad \dots\dots (2-2)$$

となる。

すなわち、各電気抵抗片の伸縮量は、計測部での両基端部A,B間の変形々状の如何にかゝわりなく、両基端部A,Bのなす角度 $\theta$ に比例する。従つて、各電気抵抗片の電気抵抗値と伸縮量との関係

方向が素子基板11に平行になされる場合に適用する。

さらにまた、第5図に示す第4実施例は、被計測部13での屈曲方向が素子基板11に直交になされる場合に適用し得るようにしたもので、この場合には、素子基板11に対して両基端部の各取付け部12,12をそれぞれ直交するように形成させ、図示は省略したが、こゝでも被計測部13に電気抵抗片を貼着させ、かつ前記と同様にホイートストン・ブリッジ回路19を構成させて用いるのである。

次に、これらの各実施例による検出素子を用いた計測原理、つまり、計測部での屈曲角度と各電気抵抗片の伸縮量との関係と、これに関連した各電気抵抗片の電気抵抗値と伸縮量との関係について述べる。

第6図に示すように、長さ $l$ 、厚さ $b$ の電気抵抗片が、可撓性のある変形自在な弾性梁を用いた、厚さ $c$ の計測部の相対向する上下面に貼着されて検出素子を構成し、計測部の両基端部A,Bのなす角度が $\theta$ であるとする。

がわかれば、この検出素子をしてフレキシブルな角度・変位計として使用できることになる。

そして、前記電気抵抗値と伸縮量とは、僅かなクリープ特性とヒステリシス特性とを示すが、一方でこの検出素子によりブリッジ回路を構成させることによつて、その影響を最少限に抑えることができる。

すなわち、前記計測部が屈曲された場合での引張り側と圧縮側との電気抵抗値の変化 $\Delta R_1, \Delta R_2$ については、

$$\Delta R_1 = f(\Delta l) = \begin{cases} f_1(\Delta l) (\Delta \theta \geq 0) \\ f_2(\Delta l) (\Delta \theta < 0) \end{cases} \quad \dots\dots (3-1)$$

$$\Delta R_2 = g(\Delta l) = \begin{cases} g_1(\Delta l) (\Delta \theta \geq 0) \\ g_2(\Delta l) (\Delta \theta < 0) \end{cases} \quad \dots\dots (3-2)$$

のように表わされる。よつて、屈曲されていない中立状態( $\theta=0$ )のときの各電気抵抗片の電気抵抗値を $R_0$ とすると、この検出素子で構成されたブリッジ回路の出力は、

$$V_{out} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{2R_0 + \Delta R_1 + \Delta R_2} V_{in}$$



型ポテンショメータを採用するしかなく、これでは、被計測部である膝関節におけるところの、装置構成の側方への突出度が増加し、かつその全体重量も大きくなつて、速い運動々作には、円滑に追従できなくなるなどの種々の問題点があつたが、この発明に係る角度・変位量計測装置、こゝでは前記検出素子とその回路構成の採用により、これらの諸問題点を完全にしかも確実に解消し得た。

また、第9図には、人体の手指の小さな関節の屈曲角度の計測に適用した場合の一例を示してあり、こゝでは、手指の小さな関節の各側面部毎に角度・変位計を、例えば、粘着テープ74などで直列に止め付けて使用する。前記従来の場合には、このような小さな関節部への適用が不可能であつたが、この発明では、極めて軽量でかさばらず、屈曲に対する機械的な抵抗モーメントも極めて小さく、その動作をも殆んど妨げることがないなどの利点がある。なおまた、この場合の使用例としては、別に手指に着用する手袋の各関節に相当す

形成した素子基板を設けると共に、この素子基板の計測部の少なくとも一方の表面、つまり一方の表面または両面に、絶縁膜を介して、長手方向に電気抵抗特性が均一で、かつ伸縮歪みに対して電気抵抗値が変化する電気抵抗片を貼着させ、このようにして検出素子（角度・変位計）を得ると共に、この検出素子が一方の表面に1個、および両面に1個づゝの電気抵抗片を貼着したものであれば、それらの電気抵抗片と別に設けられる基準抵抗片、または両面に2個づゝの電気抵抗片を貼着したものであれば、各電気抵抗片によりブリッジ回路を構成させたから、装置全体を極めて簡単な構造で、かつ小型コンパクトに構成できるのであり、これによつて被計測部への装着が容易になると共に、この装着状態で被計測部の外方への突出量を、殆んど目立たない程度まで格段に小さくでき、また、一方の基端取り付け部内に計測回路を内蔵させることで、この効果をより一層向上し得るもので、これらの結果として、被計測部での自由な運動々作を妨げる恐れがなく、頗る効果的な

部分の表面に、同様にそれぞれ角度・変位計を止着させて使用するようにしてもよい。

さらに、前記関節部の側方部でなく、表側（背側）あるいは裏側（腹側）に装着して使用する場合には、一例として第10図に示すように、被計測部（関節部）に対して、角度・変位計の一方の端部を固定ホルダー75に固定させ、他方の端部を内部で自由にスライドし得るスライドホルダー76に摺動可能に嵌挿させるのがよい。

なお、前記各実施例においては、この発明の装置を、主として人体の関節部に適用してその屈曲角度を計測する場合について述べたが、その他にも、例えば、マニピュレータ、ロボットのハンド部などの動作角度を制御するためのセンサとしても適用可能であり、より一層広い分野にも適用し得るのである。

#### 〔発明の効果〕

以上詳述したように、この発明によれば、剛性のある両基端部の取り付け部と、これらの各基端部間にあつて可撓性の高い弾肉柔状の計測部とを

角度・変位の計測が継続して可能になるほか、構造自体が極めて簡単であることから、製造が容易であつて、価格面においても廉価に提供できるなどの優れた特長を有するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

添付図面は、この発明に係る電気抵抗片を用いた角度・変位量計測装置の実施例を示すもので、第1図(a),(b)は、第1実施例を適用した角度・変位量の検出素子の概要構成を示す斜視図および横断面図、第2図は、同上検出素子の計測回路への組み込み態様を示す結線図、第3図および第4図は、第2および第3実施例を適用した同上検出素子の概要構成をそれぞれに示す横断面図、第5図は、第4実施例を適用した同上検出素子の概要構成を示す斜視図であり、また、第6図は、計測装置の計測原理を説明する説明図、第7図は、同上装置に適用する計測回路を示す結線図、第8図および第9図は、同上装置を人体の膝関節および手指関節の屈曲角度計測に適用した場合の装着状態の一例を示すそれぞれに説明図、第10図は、

同上装置の装着状態の他の一例を示す説明図である。

10.20.30... 檢出案子。

11---電子基板、12---取付け部、13---計測部、14---絶縁膜、15、16、17、18、21、22、31---電気抵抗片、19---ホイートストーン・ブリッジ回路。

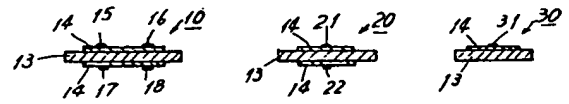
61...定電圧供給部、62...計測部分、63...出力増幅部、64...直流電源、65...電源スイッチ、66...定電圧回路、67...分圧回路、68、69...増幅回路、70...0点調整回路、71...ゲイン調整回路、72...出力端子、73...取り付けバンド、74...粘着テープ、75...固定ホルダー、76...スライドホルダー。

特許出願人 土 屋 和 夫 外名  
代理人弁理士 守 田 經 近

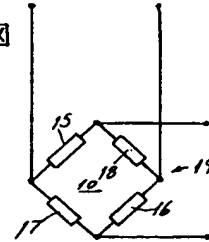
第 1 圖 (a)



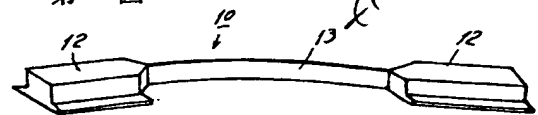
第3図 第4図



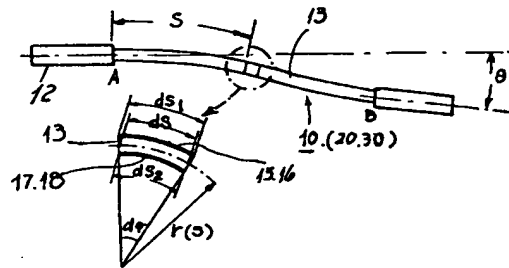
第 2 図



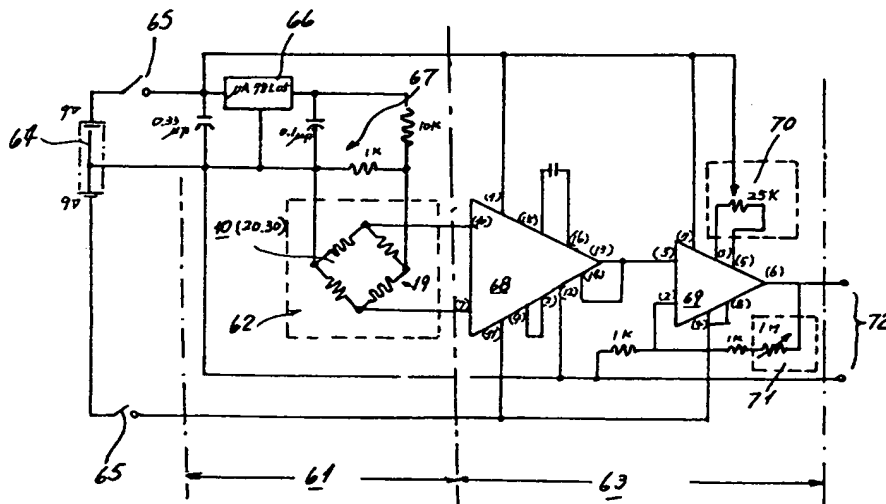
第 5 図

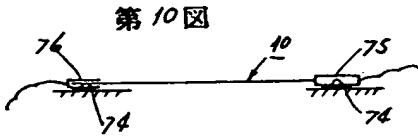
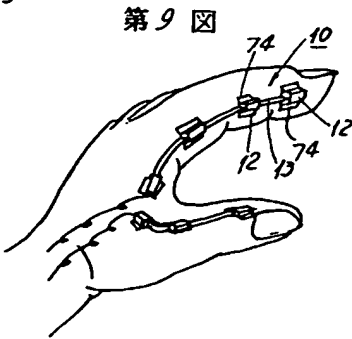
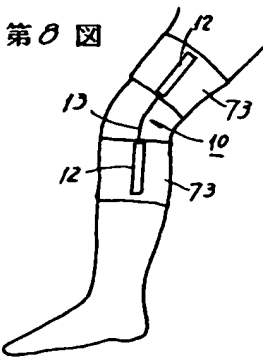


第6図



第7図





PAT-NO: JP401041803A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01041803 A

TITLE: APPARATUS FOR MEASURING ANGLE AND DISPLACEMENT  
QUANTITY USING ELECTRIC RESISTOR PIECE

PUBN-DATE: February 14, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MORIMOTO, MASAHARU

TSUCHIYA, KAZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TSUCHIYA KAZUO

MORIMOTO MASAHARU

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP62198202

APPL-DATE: August 10, 1987

INT-CL (IPC): G01B007/18, A61B005/10 , G01D005/16

US-CL-CURRENT: 33/1N

ABSTRACT:

PURPOSE: To measure an angle and a displacement quantity, by forming a flexible measuring part between both rigid base-end parts on an element board, and attaching electric resistor pieces, which respond to expanding and contracting strain, on one surface of the element board through an insulating film.

CONSTITUTION: Attaching parts 12 and 12 having a shape, which can be readily attached to a part to be measured, are provided at both base-end parts. A

highly flexible, thin beam shaped measuring part 13 having a specified length is formed between the parts 12. For example, an element board 11 comprising a thin metal plate and the like is provided. Electric resistor pieces 15, 16, 17 and 18 are attached to both surfaces of the measuring part 13 of the element board 11. The two pieces are attached as every one pair through insulating films 14. The pieces have uniform electric resistance characteristic in the longitudinal direction and have the same specified length. The resistance values of the pieces are changed with respect to expanding and contracting strain. Thus a detecting element 10, which detect desired angles and displacement quantities, is constituted. In the detecting element 10, the electric resistor pieces 15 and 16 on one surface side and the electric resistor pieces 17 and 18 on the other surface side are wired so that they face each other. Thus a Wheatstone bridge circuit 19 is formed.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio